



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44198

(13) A

(51) 6 C22C38/58, 38/38

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СТАЛЬ

1

2

(21) 2001085544

(22) 03 08 2001

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р.

(72) Крижевський Аркадій Захарович, Алімов Валерій Іванович, Міщенко Іван Митрофанович

(73) ООО "СОДРУЖЕСТВО"

(57) 1 Сталь, що містить вуглець, кремній, марганець, хром, алюміній і залізо, яка відрізняється тим, що вона додатково містить титан і ванадій, при наступному вмісті компонентів, %

вуглець	0,75-0,85
кремній	0,50-1,00

марганець	9,50-11,00
хром	2,00-3,50
титан	0,10-0,30
ванадій	0,05-0,20
алюміній	0,30-0,50
залізо	інше

2 Сталь за п. 1, яка відрізняється тим, що вміст марганцю, вуглецю, титану і ванадію знаходиться в співвідношенні

$$\frac{Mn}{C+0,2(Tt+V)} \geq 10$$

Винахід відноситься до галузі виробництва високомарганцовистих сплавів, конкретно, до виробництва сталей типу сталі Гадфільда і може бути використане для виготовлення деталей подрібнювально-розмелювального, транспортного та вантажно-розвантажувального устаткування, яке працює в умовах комплексного впливу абразивних, ударно-абразивних та ударних знакоперемінних навантажень.

Відома сталь Гадфільда 110Г13Л, що містить, % 0,90 - 1,40C, 0,80 - 1,00 Si, 11,50 - 15,00 Mn, $\leq 1,00$ Cr, ≤ 100 Ni, $\leq 0,30$ Cu, $\leq 0,050$ S, $\leq 0,12$ P (ГОСТ 2176-77, Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. Под общ. ред. В.Г. Сорокина - М. Машиностроение, 1989 - 640с - С.609). Співвідношення в цій сталі $Mn/C \geq 10$, а після термічної обробки-гартування у воді від температур 1050-1100°C, сталь характеризується наступними механічними властивостями: $\sigma_B = 800 \div 1100$ Н/мм²,

$\delta_{0,2} = 250 \div 300$ Н/мм², $\delta = 35 \div 45\%$, $\psi = 40 \div 50\%$, $KCU_{20C} = 2,0 \div 3,0$ МДж/м², HB = 170 ÷ 230

Сталь 110Г13 Л завдяки підвищеній здатності до деформаційного зміцнення аустеніту, має низький рівень дефектів упаковки, добре працює в умовах ударно-абразивного зносу. Однак її недоліком є зниження зносостійкості при згаданому комплексному впливові абразивних, ударно-

абразивних та ударних знакоперемінних навантажень і, особливо, при зростанні частки абразивного зношування. При умові тільки абразивного безударного зношування сталь 110Г13 Л з аустенітною структурою не має істотних переваг перед сталями з такою ж твердістю.

Відома сталь, яка містить, % 1,4 - 1,8C, 12 - 20Mn, 1,5 - 2,5Al, $<1Si$, $<2,5Cr$, $<3Ni$, $<2Mo$, при співвідношенні $A1C=1-1,7$, що є, на думку авторів, основним фактором, який визначає зносостійкість (патент США №5069871, С. 22 С38/58, заявл. 02 05 90, опубл. 03 12 91).

Після лиття та гартування від температури 1090-1120°C у воді ця сталь показала зносостійкість на 10% вище зносостійкості сталі Гадфільда.

Недоліками цієї сталі є наявність у ній значних кількостей дефіцитних елементів - нікелю та молібдену - і погіршення опору комплексним впливам з перевагою ударних навантажень, що викликано підвищенням вмісту вуглецю, який сприяє виділенню охрупчуючих фаз.

Поряд з названими відома також високомарганцовиста сталь, яка містить, % 0,9-1,5C, 0,15-0,8Si, 12-15Mn, 2,5-3,2Al, 2,1-2,3Cr (а с. № 648647, С. 22 С 38/38, заявл. 15 11 77, опубл. 28 02 79). Після гартування у воді від температури 1050°C ця сталь має такі властивості: HB = 218 - 232, $\sigma_B = 720 \div 750$ Н/мм², $KCU_{20C} = 2,2 \div 2,9$ МДж/м², коефіцієнт зносостійкості кубиків в обертовому барабані

(13) A

(11) 44198

(19) UA

з сухим піском - 1,33 - 7-1,41, з

вологим піском із рН 6 = 1,52 ÷ 7. Зазначена сталь за складом є найбільш близькою до заявленої і тому прийнята як прототип.

Відома сталь-прототип позбавлена недоліків, які характерні для сталі за патентом США №5069871. Однак недоліком сталі-прототипу є її знижена опірність комплексній дії зношуючих навантажень.

В основу запропонованого винаходу поставлене завдання такого удосконалення хімічного складу високомарганцовистої сталі, що дозволило б підвищити її опірність комплексному впливу абразивних, ударно-абразивних і ударних знакозмінних навантажень за рахунок оптимального сполучення структурних складових у сталі шляхом зміни її легування.

Поставлена мета досягається тим, що в сталь, яка містить вуглець, кремній, марганець, хром, алюміній і залізо, додатково вводять титан і ванадій при наступній масовій частці компонентів, % 0,75 ÷ 0,85C, 0,50 ÷ 1,00Si, 9,50 - 11,00Mn, 2,00 - 3,50Cr, 0,10 - 0,30Ti, 0,05 - 0,20V, 0,30 - 0,50Al, інше-залізо.

Масові частки марганцю, вуглецю, титану і ванадію зв'язані співвідношенням

Mn

----- ≥ 10

C + 0,2 (Ti+V)

Таке співвідношення компонентів забезпечує високий опір сталі комплексним навантаженням, що включають абразивну, ударно-абразивну і ударну дії, причому опір абразивній дії зростає за рахунок дрібнодисперсних карбідів хрому, титану та ванадію, а опір ударно-абразивному й ударному впливу - за рахунок легування, твердого розчину та подрібнювання зерен аустеніту.

При вмісті вуглецю в сталі менше ніж 0,75% зростає кількість немартенситних складових цієї структури, що знижує її ударно-абразивну опірність. При вмісті вуглецю більш 0,85% помітно знижується пластичність і ударна в'язкість сталі через дію надлишкових фаз.

Кремній вводиться у сталь, яка заявляється, для повного розкислення і поліпшення ливарних характеристик. При вмісті кремнію мети 0,50% ступінь розкислення сталі.

Хром призначений для додаткового легування заявленої сталі. При вмісті хрому менш 2,00%, аустеніт стає менш стійким при нагріванні і наклепуванні, а це знижує зносостійкість.

При вмісті хрому менш 3,50% і при нагріванні під гартування до підвищених температур практично не знижується масова частка дрібнодисперсних карбідів хрому, що знижує опірність сталі комплексним впливом з перевагою абразивних навантажень.

Титан у цій сталі призначений для додаткового мікролегування і модифікування, здрибнювання структурних складових при кристалізації, усунення зон стовпчастої структури, підвищення зносостійкості. При вмісті титану менш 0,10% ці ефекти не досягаються, тому що різко зменшується кількість дрібнодисперсних тугоплавких нітридів і карбоні-

ридів титану.

При вмісті титану більш 0,30% стає можливим утворення карбідів титану у вигляді сітки по границях зерен, а це роз'єднує їх і знижує рівень механічних властивостей, особливо ударну в'язкість.

Ванадій вводиться у сталь, яка заявляється, для підвищення первинної твердості і міцності, що підвищує зносостійкість на початковій стадії роботи, поки під дією ударних навантажень почнеться мартенситне перетворення і наклепування.

При вмісті більш 0,20% ванадію карбіди виділяються в междендритному просторі, послабляють межзеренні зв'язки, що знижує пластичність і ударну в'язкість сталі.

Алюміній вводиться у сталь, яка заявляється, для розкислення і модифікування, він регулює залишковий вміст кисню в металі, розмір зерна, склад, форму і характер неметалічних включень. При вмісті алюмінію менш 0,30% у сталі зростає кількість залишкового кисню, а розмір зерна збільшується, це знижує стійкість сталі до ударно-абразивних навантажень.

При вмісті алюмінію більш 0,50% зростає роль вторинного окислювання при зниженні температури сталі на випуску і розливанні, а продукти окислювання, що утворюються, негативно впливають на властивості сталі, у тому числі при комплексному впливі навантажень.

При співвідношенні Mn [C + 0,2 (Ti + V)] < 10 після гартування в сталі можуть залишатися великі надлишки карбідів, що несприятливо впливають на комплекс механічних властивостей сталі, схильність її до наклепування від експлуатаційних навантажень і особливо при низьких температурах.

Приклад. Сталь, що заявляється, позначену відповідно до прийнятої системи маркирування як 80Г10ХЗТЮФЛ, виплавляли в лабораторній індукційній печі з ємністю тигля 0,5 кг за технологією, прийнятою при виплавці високомарганцовистої сталі. Пробі відливали у виді прутків перерізом 20х20 мм, з яких виготовляли зразки розміром 15х15х15 мм. Зразки піддавали випробуванням на зносостійкість в установці конструкції ДонДТУ, у якій одночасно два зразки обертаються на коромислі зі швидкістю 100 звор/хв у середовищі зі зволоженим піском, щебеневим каменем розміром 8-15 мм і періодичними ударами об загострені упори з твердого сплаву, встановлені на шляху переміщення зразків, що забезпечувало комплексні абразивні, ударно-абразивні й ударні впливи. Зразки зважували до і після випробування й оцінювали відносну зносостійкість у порівнянні з базовою сталлю-прототипом. Одночасно оглядали й оцінювали якість поверхні зразків. Зносостійкість базової сталі умовно приймали за одиницю. Отримані результати приведені в таблиці.

З таблиці видно, що найбільш високу зносостійкість показали зразки складів 1-3, що відповідають сталі, яка заявлена (80Г10ХЗТЮФЛ), її зносостійкість приблизно на 50% вище, ніж у базовій сталі. Інші склади менш якісні, тому що показали гірші результати і, крім того, спостерігається викришування поверхні (склади 5, 6).

Склад Сталі	Вміст елементів %							Відносн зносостойкість	Примітка	
	C	Si	Mn	Cr	Ti	V	Al			Mn
										C + 0.2 (Ti+V)
Сталь, яка заявлена										
1	0,80	0,76	10,3	2,8	0,21	0,13	0,41	12,76	1,53	Викри - шування
2	0,75	0,51	9,54	2,03	0,11	0,06	0,35	12,23	1,47	
3	0,84	0,99	10,91	3,48	0,29	0,19	0,48	12,83	1,51	
4	0,67	0,25	8,4	1,25	0,06	0,03	0,15	12,53	1,25	
5	0,94	1,23	13,1	4,01	0,41	0,29	0,61	12,12	1,18	
6	0,99	0,65	8,5	2,4	0,27	0,25	0,41	7,80	1,09	
За прото- типом	1,31	0,17	13,9	2,2	—	—	2,8	10,61	1,00	Викри- шування